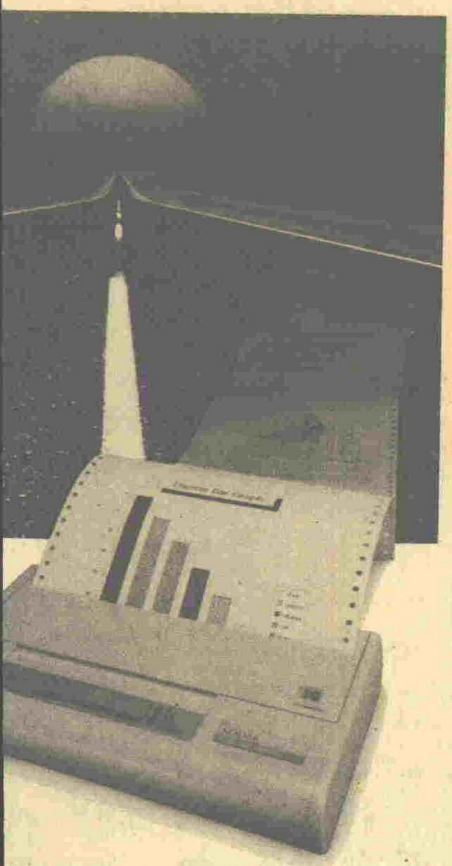
แสดงถึงการทำงานและองค์ประกอบที่สำคัญของเครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์และเครื่องพิมพ์เลเซอร์



ปัจจุบันเทคโนโลยีการพิมพ์ในงานคอมพิวเตอร์ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว จากเครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์กลายมาเป็นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ในที่สุด การทำงานของเครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์และเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์เป็นอย่างไร ทำไมจึงใช้ชื่อว่าเครื่องพิมพ์เลเซอร์ หรือว่าภายในเครื่องพิมพ์ใช้แสงเลเซอร์ในการทำงานจริง ๆ คำตอบของคำถามเหล่านี้จะได้จากการศึกษาการทำงานของเครื่องพิมพ์แบบต่าง ๆ ที่จะเสนอต่อไป

เครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์

เครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์ นับเป็นเครื่องพิมพ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด และเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในเครื่องพิมพ์ก็เป็นเทคโนโลยีเดิม ไม่ได้เปลี่ยนแปลงหรือมีเทคโนโลยีใหม่มาแทนเลย แต่ก็มีการปรับปรุงให้มีคุณภาพการพิมพ์เพิ่มขึ้น หัวใจของการพิมพ์ในเครื่องพิมพ์แบบดอตแมตริกซ์คือ ชุดของเข็ม (dot matrix) (ดูรูปที่ 1 ประกอบ) ซึ่งมีส่วนควบคุมการเคลื่อนของเข็มเหล่านี้อยู่ด้วย (ในรูปที่ 2) ทั้งสองส่วนจะรวมกันอยู่ในหัวพิมพ์ (printhead)

ชุดของหัวเข็มเรียงตัวกันในแนวตั้ง ซึ่งอาจจะมี 9 เข็มหรือ 24 ถ้าเป็นเครื่องพิมพ์แบบ 9 เข็ม ทั้ง 9 เข็ม จะเรียงตรงกันในแนวตั้งคอลัมน์เดียว ในเครื่องพิมพ์ 24 เข็ม เข็มจะเรียงกันในแนวตั้งโดยแบ่งออกเป็น 3 คอลัมน์ คอลัมน์ละ 8 เข็มวางเลื่อมกันระหว่างคอลัมน์ ตัวเข็มแต่ละเข็มถูกควบคุมด้วยอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnet) ซึ่งมีแขน (Sleeve) ยึดต่อหัวเข็มที่ถูกควบคุมกับอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้า การจัดเรียงของส่วนควบคุมหัวเข็มภายในตัวหัวพิมพ์นั้น จะกระจายเป็นวงกลมคล้ายใบพัดเครื่องบิน (ดูรูปที่ 1 ประกอบ)

เทคโนโลยีการพิมพ์ ใน เครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์และเครื่องพิมพ์เลเซอร์

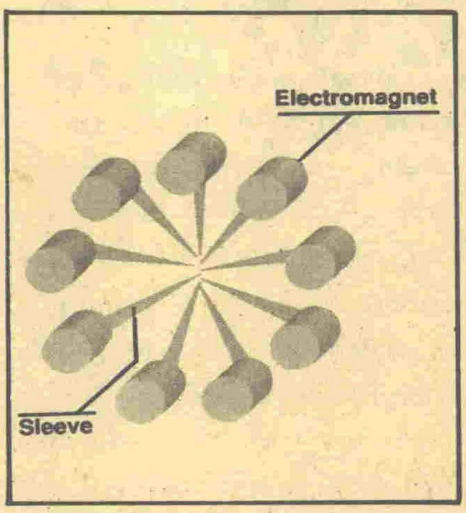
จานจ่าย

การพิมพ์แต่ละครั้งจะเกิดขึ้นจากการทำให้เข็มแต่ละเข็มกระแทกลงบนกระดาษ ซึ่งจะมีผ้าหมึกพิมพ์อยู่ระหว่างกระดาษและหัวเข็ม หมึกบนผ้าหมึกพิมพ์ไปติดบนกระดาษ

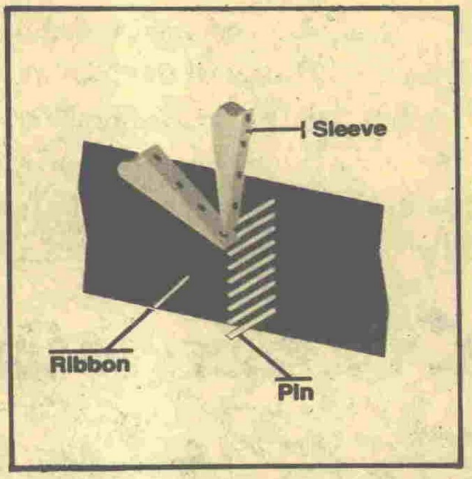
การกระแทกหรือการเคลื่อนไหวของเข็ม ได้จากการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดของอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้เข็มที่ต่ออยู่กับแขนเคลื่อนที่ไปกระแทกกระดาษ (ดูรูปที่ 2 ประกอบ) เมื่อเข็มกระแทกกระดาษแล้วจะถูกดึงกลับมาทันทีด้วยสปริงที่ใช้ยึดเข็มอยู่ เพื่อเตรียมพร้อมที่จะทำงานในครั้งต่อไป ตัวอย่างการทำงานดังกล่าวข้างต้นนั้นเครื่องพิมพ์บางเครื่องอาจจะควบคุมเข็มโดยตรงเลย หรือในบางเครื่องอาจควบคุมเข็มโดยส่งผ่านแรงจากอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าไปยังคานซึ่งจะส่งไปยังตัวเข็มอีกทีหนึ่ง

เทคโนโลยีการพิมพ์ในเครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์ไม่ได้เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่มีการปรับปรุงเรื่องคุณภาพการพิมพ์ให้ดีขึ้น เช่น ในปัจจุบันเครื่องพิมพ์ 9 เข็ม มีความสามารถในการพิมพ์แบบเหมือนตัวพิมพ์ดีด NLQ (Near-Letter-Quality) ได้ดีขึ้น ปรับปรุงในเรื่องความแม่นยำและความละเอียดของตำแหน่งหัวพิมพ์ ปรับปรุงในด้านความเร็วในการพิมพ์ และการปรับปรุงการเคลื่อนที่ของหัวพิมพ์ให้สามารถทำการพิมพ์ข้ามหน้ากระดาษได้ เช่น ข้ามกลับพิมพ์ในหน้ากระดาษก่อน หรือข้ามไปพิมพ์ในหน้าถัดไป โดยใช้เทคนิคการควบคุมหัวพิมพ์ด้วยเกียร์รูปตัวหนอนที่ทำด้วยพลาสติก (plastic worm gear) หรือควบคุมด้วยสายพาน (belt drive)

นอกจากเทคโนโลยีการพิมพ์ของดอตแมตริกซ์ที่กล่าวไปแล้ว ยังมีอีก 2 วิธีที่ใช้อยู่คือ เครื่องพิมพ์แบบบรรทัด (line printer) กับเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก (ink jet) เครื่องพิมพ์แบบบรรทัดนั้น การพิมพ์จะพิมพ์ครั้งละแถว คือหัวพิมพ์ประกอบไปด้วยเข็มพิมพ์หนึ่งแถว จำนวนเข็มเท่ากับความยาวของกระดาษ การพิมพ์แบบเหลื่อมจุดกันของเครื่องพิมพ์แบบนี้ทำได้โดยการเลื่อนหัวแม่พิมพ์ทั้งหมดไปมานั้นเอง คุณภาพการพิมพ์ที่ได้จากเครื่องแบบบรรทัดนี้อาจจะหยาบ แต่ว่าความเร็วในการพิมพ์จะสูงกว่าเครื่องพิมพ์แบบดอตแมตริกซ์แบบอื่น



รูปที่ 1 แสดงหัวพิมพ์ (printhead) ซึ่งขยายให้เห็นถึงเข็มที่ว่าในแนวตั้ง 9 เข็ม ถูกควบคุมด้วยแขน (sleeve) ซึ่งต่อกับอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้า



รูปที่ 2 การทำงานของเข็มพิมพ์ ซึ่งเกิดขึ้นโดยการส่งสัญญาณไฟฟ้าไปที่ขดลวดในอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้แขนดันเข็มให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ซึ่งจะกระแทกกับกระดาษ โดยที่มีผ้าหมึกรองรับอยู่ระหว่างกลาง หมึกจากผ้าหมึกก็จะติดลงบนกระดาษตามรอยเข็ม

สำหรับเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึกใช้วิธีการพ่นหยดน้ำหมึกแทนการใช้ผ้าหมึกพิมพ์ โดยการบังคับหยดน้ำหมึกให้ลงในตำแหน่งที่ต้องการ ข้อดีของเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึกคือการทำงานของเครื่องจะเงียบมาก เพราะไม่มีส่วนของอุปกรณ์ใดกระทบกับกระดาษเหมือนในเครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์แบบเข็ม นอกจากนี้ในการพิมพ์รูปภาพกราฟิกที่ต้องการบริเวณทึบดำจะได้รูปที่ละเอียดและเรียบกว่าธรรมดา เครื่องพิมพ์แบบหมึกพ่นบางเครื่องสามารถพิมพ์สีได้ ในขณะที่ราคาก็ถูกและคุณภาพงานพิมพ์ที่ได้อยู่ในขั้นน่าพอใจ ซึ่งในบางเครื่องเทียบราคากับเครื่องพิมพ์เลเซอร์แล้วราคาจะถูกกว่าด้วย

เครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์ได้พัฒนารูปร่างหรืออุปกรณ์ช่วยงานภายในและภายนอกให้น่าใช้งานยิ่งขึ้น เช่น อุปกรณ์การจับกระดาษ ได้ปรับปรุงให้จับกระดาษได้ดีกว่าเครื่องรุ่นก่อน ๆ มีทางออกของกระดาษหลายทาง มีความสามารถในการจัดแยกกระดาษ (cut sheet feeder) มีระบบการควบคุมเครื่องพิมพ์ที่ดีขึ้น เช่น มีแป้นพิมพ์สำหรับควบคุม มีจอภาพ LCD แสดงข้อความสถานะการทำงาน มีสัญญาณเสียงเพลงบ่งบอกสถานะของเครื่อง ถึงแม้ในปัจจุบันจะมีเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่มีความสามารถดีกว่า แต่ราคาของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ยังสูงอยู่ ดังนั้นเครื่องพิมพ์แบบดอตแมตริกซ์ยังคงจะอยู่ในตลาดของเครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์ระดับบุคคลได้อีกนาน

เครื่องพิมพ์เลเซอร์

เทคโนโลยีเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ได้บการพัฒนามาตลอด จนในปัจจุบันอจะแบ่งออกได้ 3 แบบ ที่แตกต่างกันอกไป คือ แบบใช้แสงเลเซอร์, ใช้ลอดไฟฟ้า (LED) และใช้ผลึกเหลว Liquid Crystal)

ก่อนที่จะไปทราบข้อแตกต่างองเทคโนโลยีเครื่องพิมพ์เลเซอร์ 3 แบบ ควรจะทราบถึงหลักของการมพ์ในเครื่องพิมพ์เลเซอร์เสียก่อน รูปที่ 3 แสดงอุปกรณ์และการทำงานยใน ซึ่งจะคล้ายเครื่องถ่ายเอกสารจไป ตรงกลางสุดของเครื่องเป็นัม (drum) แท่งทรงกระบอกหมุนได้ ีความไวต่อแสงมาก ส่วนของดรัมงส่วนถูกครอบด้วยแผงกระจายะจุไฟฟ้า (drum corona wire) ซึ่งร้างประจุไฟฟ้าบวกให้แก่ผิวดรัม ผิวงดรัมที่มีประจุไฟฟ้าอยู่จะตอบสนองแสงสว่าง โดยในส่วนที่ถูกแสงสว่างมีประจุไฟฟ้าเปลี่ยนไป บริเวณส่วนนี้สำหรับสร้างรูปภาพตามต้องการโดยการฉายแสงลงไป

ส่วนถัดมาจากดรัมคือ ถังใส่หมึก (Toner bin) ความจริงคำner นั้น คือผงของสารเคมีชนิดหนึ่งสามารถหลอมละลายได้ที่อุณหภูมิหนึ่ง แต่ก็จะเรียกว่าผงหมึกแทน)ะส่วนที่อยู่ใต้ถังใส่ผงหมึกที่เรียกว่าveloper Unit (นึกหาคำภาษาไทยที่มาแทนที่ไม่ได้) ซึ่งภายในบรรจุเม็ดาสติกเล็กจำนวนหนึ่งที่สามารถงไปมาได้ เม็ดพลาสติกเหล่านี้จะถูกนี่ยวนำให้เกิดประจุไฟฟ้าที่ตรงข้ามประจุของดรัม และการถ่ายเทให้หมึกที่มาเกาะติดกับเม็ดพลาสติกอดรัมหมุนเอาบริเวณที่มีประจุไฟฟ้าและได้รับการวาดรูปภาพแล้วมาสัมผัสกับพลาสติก ผงหมึกก็จะเกาะผิวของดรัมด้วยแรงดึงดูดของประจุไฟฟ้า ตามรูปภาพที่ได้จากการวาดด้วยแสงมาแล้ว

ในระหว่างขบวนการดังกล่าวเกิดขึ้น กระดาษจะถูกดึงให้ผ่านเข้ามาในส่วนถ่ายเทประจุไฟฟ้า (Transfer corona wire) ซึ่งจะถ่ายเทประจุไฟฟ้าให้กับกระดาษ จากนั้นกระดาษจะถูกดึงต่อมาให้ผ่านเข้าใต้ดรัม ประจุไฟฟ้าบนกระดาษจึงดึงผงหมึกจากดรัมลงมาติดที่กระดาษแทน ดรัมจะหมุนต่อไปอีกบริเวณที่ใช้งานไปแล้วของดรัมก็ถูกสร้างประจุไฟฟ้าเพื่อเตรียมใช้งานครั้งต่อไปอีก ส่วนกระดาษเมื่อดึงผงหมึกมาเกาะแล้วจะถูกลำเลียงต่อไปยังส่วนของลูกกลิ้งหลอมละลาย(Fusing roller) ซึ่งอยู่ 2 ลูกกลิ้ง กระดาษที่ผ่านส่วนนี้จะได้รับแรงกดและความร้อนสูง เพื่อให้ผงหมึกละลายติดกับเนื้อกระดาษ จากนั้นจึงถูกลำเลียงออกมานอกตัวเครื่องพิมพ์

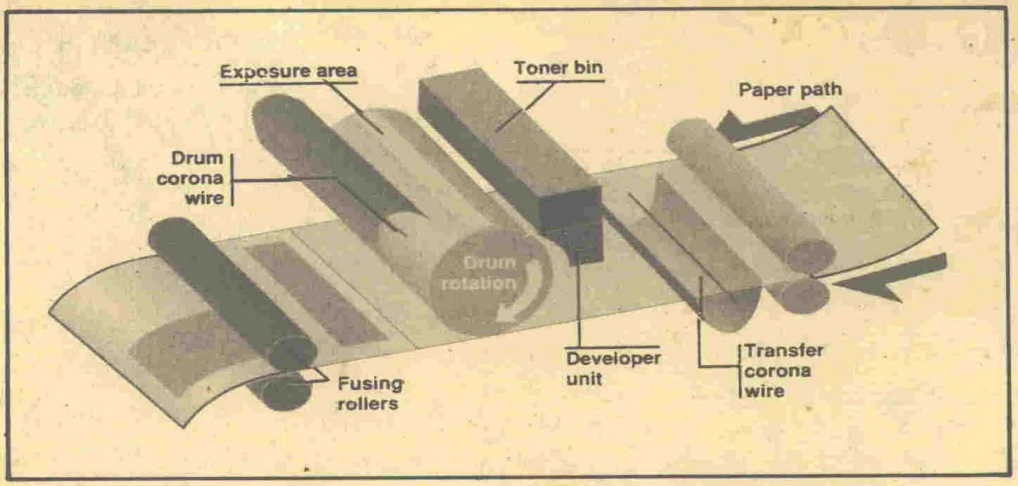
หลักการทำงานภายในเครื่องพิมพ์เลเซอร์ทุกเครื่อง ใช้วิธีการดังกล่าวข้างต้นจะต่างกันก็ตรงเทคโนโลยีที่ให้กำเนิดแสงสำหรับวาดภาพบนดรัม ซึ่งในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี ที่ผู้ผลิตเครื่องพิมพ์เลเซอร์นำไปใช้ โดยผู้ผลิตแต่ละคนก็โฆษณาว่าเทคโนโลยีของตนให้ความละเอียดแม่นยำในการวาดภาพที่ดีกว่า และน่าเชื่อถือกว่า

เทคโนโลยีที่ใช้กันมากที่สุดก็คือการใช้แสงเลเซอร์(เครื่องพิมพ์เลเซอร์ส่วนใหญ่จะใช้อุปกรณ์การพิมพ์ด้วยเลเซอร์ที่ผลิตโดยบริษัท Canon) แสดงไว้ในรูปที่ 4 อุปกรณ์ส่วนนี้ประกอบด้วยตัวหลอดไดโอดที่ผลิตแสงเลเซอร์ได้ (Laser diode) ซึ่งผลิตลำแสงเลเซอร์เพื่อไปสะท้อนกับกระจกที่หมุนได้และมีหลายหน้า เพื่อบังคับลำแสงให้กวาดไปบนพื้นผิวของดรัมอย่างทั่วถึง เพื่อทำให้เกิดภาพตามต้องการ

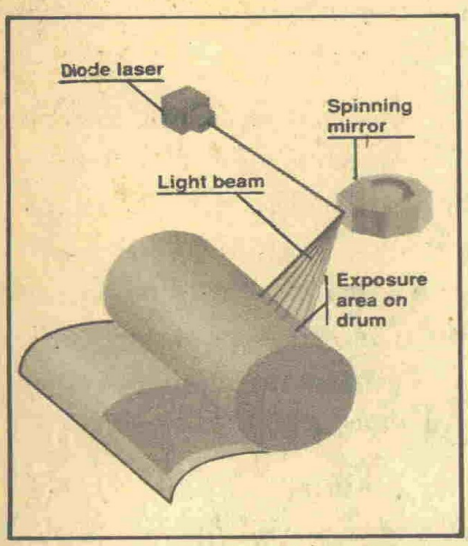
ในรูปที่ 5 เป็นเทคโนโลยีที่ใช้หลอด LED เป็นแถวอะเรย์ แทนที่จะใช้แสงจากต้นกำเนิดแห่งเดียว จำนวนหลอด LED จะมีมากถึงพันหลอดในพื้นที่เล็ก ๆ บริเวณหนึ่ง การวาดภาพทำได้โดยการบังคับการเปิดปิดของหลอด LED แต่ละตัว

เทคโนโลยีสุดท้ายที่ใช้กันในเครื่องพิมพ์เลเซอร์ คือการใช้ผลึกเหลวที่แผ่นยาวในรูปที่ 6 ด้านหลังของแผ่นผลึกเหลวมีแหล่งกำเนิดแสงอยู่ การบังคับลำแสงสามารถทำได้โดยใช้สนามไฟฟ้าบังคับการเรียงตัวของผลึกเหลว ทำให้สามารถกั้นหรือยอมให้แสงทะลุผ่านไปถูกดรัมได้

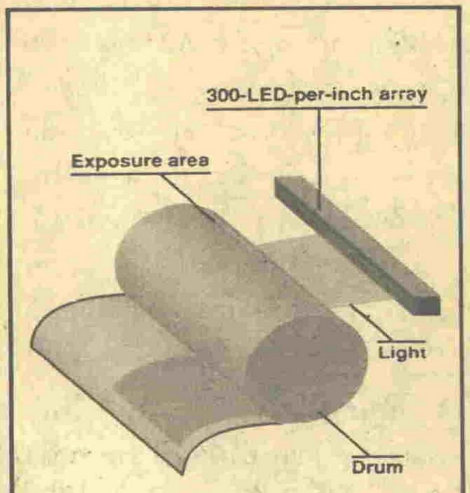
เทคโนโลยีทั้ง 3 วิธีดังกล่าว ให้ผลลัพธ์การพิมพ์ที่ไม่แตกต่างกันมาก สามารถออกแบบให้พิมพ์ที่ความแน่นที่ 300 dpi (dot per inch) ได้ ความเร็วการพิมพ์ของทั้ง 3 แบบก็เท่า ๆ กันคือ 8 หน้าต่อนาที ปัจจุบันเครื่องพิมพ์เลเซอร์ทุกเครื่องใช้เทคโนโลยีทั้ง 3 ซึ่งสามารถออกแบบเครื่องให้มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาได้ ในปัจจุบันได้มีการผลิตเครื่องภายใน (หมายถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นชุดสำเร็จรูป) เป็นเครื่องมาตรฐานที่เทคโนโลยีต่างกันตามแต่บริษัทที่ผลิตออกมาเลือกใช้ ซึ่งบริษัทที่เป็นผู้นำในด้านนี้คือบริษัท Canon เพราะฉะนั้นความแตกต่างของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ในปัจจุบันไม่ได้แตกต่างกันที่เทคโนโลยีภายใน แต่แตกต่างกันที่การใช้เครื่องภายในของบริษัทใครมากกว่า



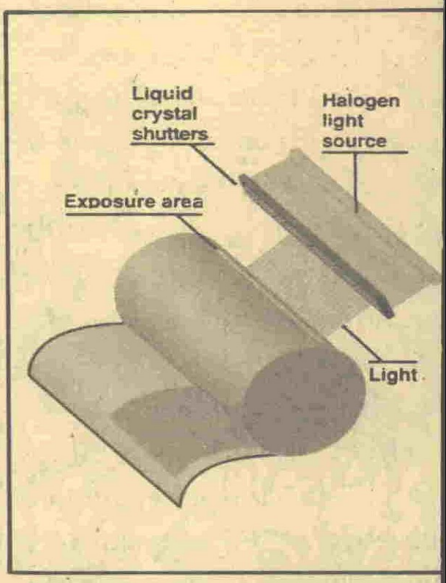
รูปที่ 3
โครงสร้างภายในเครื่องพิมพ์



รูปที่ 4 แสดงอุปกรณ์ภายในของส่วนการทำงานของแสงเลเซอร์ ซึ่งประกอบด้วยหลอดไดโอดให้กำเนิดลำแสงเลเซอร์ไปกระทบผิวกระจกที่ทำหน้าที่สะท้อนลำแสงไปกวาดบนผิวดรัมอีกทีหนึ่ง กระจกจะมีหลายเหลี่ยมและหมุนได้ เพื่อควบคุมลำแสงให้สามารถกวาดไปมาทั่วผิวดรัม การปิดเปิดแสงเลเซอร์อย่างรวดเร็วทำให้เกิดจุดบนผิวดรัมเป็นรูปภาพตามต้องการ



รูปที่ 5 แสดงอุปกรณ์ภายในเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่ใช้หลอด LED ซึ่งประกอบด้วยแถวของหลอด LED จำนวนมากหลายแถว หลอด LED แต่ละหลอดทำให้เกิดจุดขึ้นบนผิวดรัมด้วยการบังคับปิดเปิดหลอด LED



รูปที่ 6 แสดงอุปกรณ์ภายในของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่ใช้แผ่นผลึกเหลว (Liquid Crystal Shutter) ด้านหลังของแผ่นผลึกเหลวจะมีแหล่งกำเนิดแสง ส่วนใหญ่จะเป็นหลอดฮาโลเจน (Halogen) ก ทำงานคล้ายกับเทคโนโลยีแบบหลอด LED โดยการบังคับแผ่นผลึกเหลว ให้เปิดแสงจากด้านหลังให้กระทบผิวดรั